

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-097597

(43)Date of publication of application : 08.04.1994

(51)Int.Cl.

H01S 3/18
H01L 27/15
H01L 31/12

(21)Application number : 04-243625

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 11.09.1992

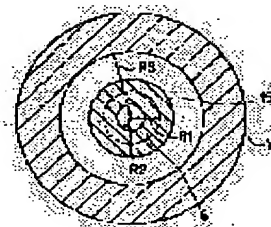
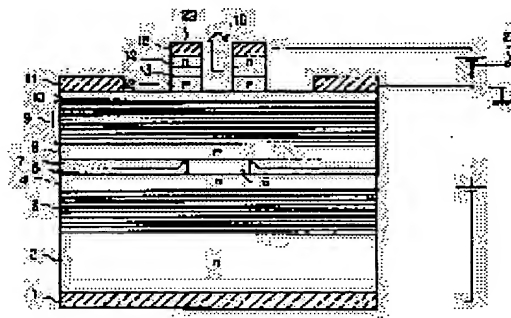
(72)Inventor : MOTOHASHI KENJI
FURUYAMA HIDETO
KUSHIBE MITSUHIRO
TAKAOKA KEIJI

(54) SURFACE EMITTING TYPE SEMICONDUCTOR LASER WITH PHOTODETECTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the component of spontaneous emitted light out of light, which is entered in a photodetector, and to make the output of a laser beam monitor accurately by a method wherein the photodetector, which has an opening part of a width narrower than that of an active layer in the center part and has a width as narrow as secondary spontaneous emitted light or higher in a resonance mode out of emitted light from the active layer is not incided, is used.

CONSTITUTION: An N-type semiconductor multilayer film reflecting mirror 3 consisting of a laminated film of an N-type InGaAsP layer and an N-type InP layer and an n-type InP clad layer 4 are provided on an n-type InP semiconductor substrate 2. An active layer 6 of a radius R1 is provided on this layer 4. The radius R2 of an opening part of a P-I-N photodiode 24 is formed smaller than the radius R1 of the layer 6 and the opening part plays also the role of an extraction window for a laser beam 16. The radius R3 of the photodiode 24 is selected so as to prevent secondary spontaneous emitted light or higher in a resonance mode from being incided in the photodiode 24.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-97597

(43)公開日 平成6年(1994)4月8日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/18				
H 0 1 L 27/15		8934-4M		
31/12		H 7210-4M		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-243625

(22)出願日 平成4年(1992)9月11日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 本橋 健次

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 古山 英人

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(72)発明者 柳部 光弘

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝総合研究所内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

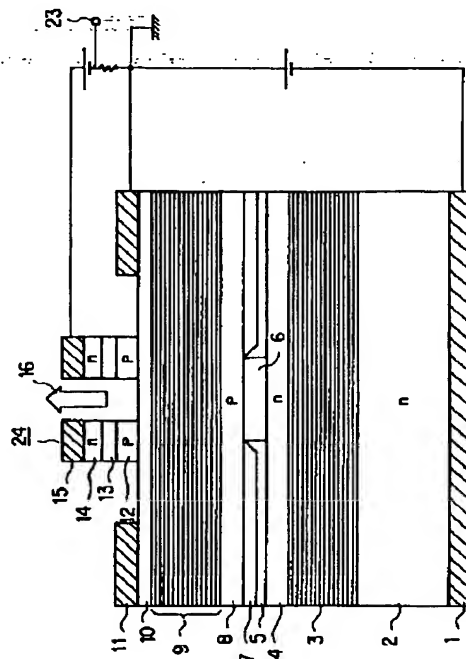
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 受光素子付き面発光型半導体レーザ装置

(57)【要約】

【目的】レーザ光出力を正確にモニタできる受光素子付き面発光型半導体レーザ装置を提供すること。

【構成】n型I n P半導体基板2上に形成されたn型半導体多層膜反射鏡3と、このn型半導体多層膜反射鏡3に形成された活性層6と、この活性層6上に形成されたp型半導体多層膜反射鏡9と、このp型半導体多層膜反射鏡9に活性層6と同心的に形成されると共に、中心部に活性層6の幅より狭い開口部を有し、且つ活性層6の出射光のうち2次以上の共振モードの自然放出光が入射されない幅を有すP I Nフォトダイオード24とを備えている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体基板上に形成された第1の反射鏡と、
この第1の反射鏡上に形成された活性層と、
この活性層上に形成された第2の反射鏡と、
この第2の反射鏡上に前記活性層と同心的に形成され
と共に、中心部に前記活性層の幅より狭い開口部を有
し、且つ前記活性層の出射光のうち2次以上の共振モー
ドの自然放出光が入射されない幅を有する受光素子とを
具備してなることを特徴とする受光素子付き面発光型半
導体レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザ光の強度をモニ
ターできる受光素子付き面発光型半導体レーザ装置に関
する。

【0002】

【従来の技術】面発光型半導体レーザ装置は、二次元的
な集積化が可能であるため、高並列・高速化が求められ
ている光伝送や光情報処理技術等のキーデバイスとし
て、研究・開発が進められている。面発光型半導体レー
ザ装置をこのような技術に応用するには、レーザ光出力
を制御する必要がある。このため、従来より、レーザ光
を受光素子によりモニターし、その結果に基づいて面発
光型半導体レーザ装置の駆動回路にフィードバックをか
け、レーザ光出力を制御している。

【0003】面発光型半導体レーザ装置と光モニター用
受光素子とを組み合わせる技術は、例えば、特開平3-
222384号公報に開示されている。この技術は、図
8に示すように、ステム91上に設置されたSi製の基
板（サブマウント）92に受光素子としてのフォトダイ
オード93を組み込み、このフォトダイオード93を面
発光型のレーザダイオード94とを結合し、これらをレー
ザ光95の取り出し窓を有するキャップ96で覆うとい
うものである。なお、図中、97はリード線、98は
金線を示している。

【0004】この技術では、熱応力緩和材としてのSi
製のサブマウント92上にフォトダイオード93とレー
ザダイオード94とを搭載して、良好な光結合を実現し
ている。また、フォトダイオード93とレーザダイオード
94とが平行平面上にあるため、ダイボンド工程やワイ
ヤボンド工程を簡略化できるという利点がある。

【0005】しかしながら、フォトダイオード93とレー
ザダイオード94とをサブマウント92上で接着する
ため、光軸の調整が必要であり、また、金線98の取り
付けなどが必要であるので、このような技術では本質的
に微細化・高集積化が困難であるという問題がある。ま
た、このようにフォトダイオード93とレーザダイオード
94とが一体化された装置には次のような問題もある。

2

【0006】即ち、図9に示すように、レーザダイオード
94は、レーザ光と自然放出光とを出射するため、フォ
トダイオード93は、レーザ光のみならず増幅された
自然放出光も受光することになる。

【0007】この結果、図10(a)に示すように、レー
ザダイオード94に注入する電流とレーザダイオード
94が出射するレーザ光の強度との関係と、レーザダイ
オード94に注入する電流とフォトダイオード93がモ
ニターする光（モニター光）の強度との関係とが一致し
なくなり、図10(b)に示すように、フォトダイオード
93の出力（モニター光出力）とレーザダイオード94
のレーザ光の出力（レーザ光出力）とが比例しなくなり、
正確にレーザ光をモニターできなくなるという問題
が生じる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述の如く、従来の受
光素子付き面発光型半導体レーザ装置では、受光素子と
してのフォトダイオードと面発光型半導体レーザ素子と
してのレーザダイオードとをサブマウント上で接着する
ため、光軸の調整が必要であり、また、金線の取り付け
などが必要であるので、微細化・高集積化が困難である
という問題があった。また、受光素子がレーザ光のみな
らず増幅された自然放出光も受光するため、レーザ光出
力を正確にモニタできないという問題があった。

【0009】本発明は、上記事情を考慮してなされたも
ので、その目的とするところは、微細化・高集積化が容
易で、レーザ光出力を正確にモニタできる受光素子付き
面発光型半導体レーザ装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するた
めに、本発明の受光素子付き面発光型半導体レーザ装置
は、半導体基板上に形成された第1の反射鏡と、この第
1の反射鏡上に形成された活性層と、この活性層上に形
成された第2の反射鏡と、この第2の反射鏡上に前記活
性層と同心的に形成されると共に、中心部に前記活性層
の幅より狭い開口部を有し、且つ前記活性層の出射光の
うち2次以上の共振モードの自然放出光が入射されない
幅を有する受光素子とを備えたことを特徴とする。

【0011】ここで、第1及び第2の反射鏡は、多層膜
を用いたもの以外に、光を反射する働きのあるものなら
良く、例えば、他に射出光の光軸に対して同心円状の凹
凸パターンを持った回折格子でも良い。

【0012】

【作用】本発明の受光素子付き面発光型半導体レーザ装
置では、中心部に活性層の幅より狭い開口部を有し、前
記活性層の出射光のうち2次以上の共振モードの自然放
出光が入射されない幅を有する受光素子を用いている。

【0013】このため、レーザ光は前記開口部から取り
出され、しかも、前記開口部の幅が前記活性層の幅より
狭いので、2次以上の共振モードの光が前記レーザ光と

一緒に前記開口部から取り出されることはない。したがって、位相等の乱れが少ないレーザ光が得られる。

【0014】また、受光素子の幅を2次以上の共振モードの自然放出光が入射されない大きさにしているのので、従来に比べて受光素子に入射される光のうち、自然放出光の成分を低減でき、レーザ光出力を正確にモニタできるようにする。また、同一半導体基板上にレーザ部と受光部とを積層形成できるので、微細化・高集積化が容易になる。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照しながら実施例を説明する。

【0016】図1は、本発明の第1の実施例に係る受光素子付き面発光型半導体レーザ装置の構成を示す素子断面図であり、図2は、図1の受光素子付き面発光型半導体レーザ装置を上から見た平面図である。

【0017】n型InP半導体基板2上には、n型InGaAsP層とn型InP層との積層膜からなるn型半導体多層膜反射鏡3が設けられ、このn型半導体多層膜反射鏡3上には、n型InPクラッド層4が設けられている。このn型InPクラッド層4上には、図2に示すように、半径R1の活性層6が設けられている。この活性層6はMQW構造になっており、このMQW構造は、InGaAsP層とInP層との多層積層膜で構成されている。また、活性層6の側面は、p型InP電流ブロック層5及びこのp型InP電流ブロック層5の上に設けられたn型InP電流ブロック層7で覆われている。これらp型InP電流ブロック層5、n型InP電流ブロック層7の膜厚を足したInP電流ブロック層の全体の膜厚は、活性層6の膜厚と等しくなっている。

【0018】活性層6、n型InP電流ブロック層7上には、p型InPクラッド層8、p型InGaAsP層とp型InP層との積層膜からなるp型半導体多層膜反射鏡9、p型InPコンタクト層10が順次設けられている。

【0019】p型InPコンタクト層10上には、中心部に開口部を有し、活性層6と同心的なPINフォトダイオード24が設けられている。このPINフォトダイオード24は、p型InP層12、GaInAsP層13、n型InP層14、n側電極15で構成されている。

【0020】PINフォトダイオード24の開口部の半径R2は、図2に示すように、活性層6の半径R1より小さくされており、また、上記開口部はレーザ光16の取りだし窓の役割も果たし、レーザ光16の光軸とレーザ光16の取り出し窓とは垂直な関係にある。なお、モニタ光はp型半導体多層膜反射鏡9を通してPINフォトダイオード24に入射される。

【0021】また、PINフォトダイオード24の半径R3は、2次以上の共振モードの自然放出光がPINフ

ォトダイオード24に入射されないように次のように選ばれている。

【0022】n型、p型半導体多層膜反射鏡3、9のような垂直光共振器を有する面発光型半導体レーザの場合、発振波長を λ 、ヘテロ半導体からなる多層膜の平均屈折率をnとすると、 $m\lambda/4n$ ($m=1, 2, \dots$)を満たす光路長で共振モードが存在する。この結果、等方的に放射された自然放出光は、 $m\lambda/4n$ ($m=1, 2, \dots$)を満たす方向に定在波分布を有する。

10 【0023】したがって、PINフォトダイオード24がこのような自然放出光を受光しないためには、図3に示すように、活性層6の両端から光軸に対し 60° ($m=2$)の範囲に収まるようにPINフォトダイオード24の半径R3を選べば、換言すれば、活性層6の両端から光軸に対し 60° の方向より内側にPINフォトダイオード24を配置すれば、2次の共振モード以上の自然放出光が、PINフォトダイオード24に入射するのを防止できる。

20 【0024】PINフォトダイオード24の周りのp型InPコンタクト層10上には、活性層6と同心的なp側電極11が設けられている。このp側電極11は、面発光レーザ素子とPINフォトダイオード24との共通のp側電極として用いられる。n型InP半導体基板2の裏面には、n側電極1が設けられている。このn側電極1には負電圧が印加され、PINフォトダイオード24のn側電極15には正電圧が印加され、そして、p側電極11は接地されている。また、n側電極1とn側電極15との間には、PINフォトダイオード24の光出力を取り出すための出力端子23が設けられている。

30 【0025】本実施例の受光素子付き面発光型半導体レーザ装置は、n型半導体多層膜反射鏡3、p型半導体多層膜反射鏡9からなる光共振器構造を有する面発光レーザ素子とPINフォトダイオード24とがn型InP半導体基板2上に積層された構成をしている。このため、面発光レーザ素子とPINフォトダイオード24とを一回のエピタキシャル成長によって、連続的に形成できるので、従来のように接合のためのサブマウントや接着剤が不要になり、しかも、面発光レーザ素子とPINフォトダイオード24との光結合のための位置合わせが不要となる。

【0026】したがって、製作工程が大幅に簡略化され、均質で微細な面発光レーザ素子とPINフォトダイオード24とを形成できる。また、エッチングにより一つ一つの素子を分離できるので基板面内での高密度な二次元集積化が可能となる。

【0027】また、本実施例によれば、上述したように、2次以上の共振モードの自然放出光がPINフォトダイオード24に入射しないように、PINフォトダイオード24の半径R3が選ばれているので、従来に比べて、PINフォトダイオード24に入射される光のう

ち、自然放出光の成分を低減できる。

【0028】したがって、図4(a)に示すように、PINフォトダイオード24が受光する光の強度とレーザ光の強度とが略一致するようになり、図4(b)に示すように、モニター光出力とレーザ光出力とが比例するようになり、正確にレーザ出力光をモニターできるようになる。

【0029】また、PINフォトダイオード24の開口部から取り出される光にも2次以上の共振モードの自然放出光が含まれていないので、位相等の乱れが少ないレーザ光が得られる。

【0030】なお、本実施例では、光共振器を2枚のn型半導体多層膜反射鏡3、p型半導体多層膜反射鏡9で構成したが、n型半導体多層膜反射鏡3の代わりに、誘電体多層膜反射鏡を用いても良い。

【0031】図5は、本発明の第2の実施例に係る受光素子付き面発光型半導体レーザ装置の構成を示す素子断面図である。なお、以下の実施例において、図1の受光素子付き面発光型半導体レーザ装置と対応する部分には図1と同一符号を付し、詳細な説明は省略する。本実施例の受光素子付き面発光型半導体レーザ装置が先の実施例のそれと異なる点は、レーザ光16の取り出し窓を反対側に形成したことにある。

【0032】即ち、n型InP半導体基板2をn型InPクラッド層4が露出するまでエッチングし、その露出したn型InPクラッド層4の表面に誘電体多層膜反射鏡17を形成したことにある。また、レーザ光16の取り出し窓の変更に伴って、PINフォトダイオード24の開口部がなくなり、また、2次以上の共振モードの自然放出光を受光しないように、PINフォトダイオード24の半径を活性層6の半径より小さくしている。このように構成された受光素子付き面発光型半導体レーザ装置でも、先の実施例と同様に、正確にレーザ光をモニターできるなどの効果が得られる。なお、本実施例では、誘電体多層膜反射鏡17を用いたが、その代わりに、p型又はn型にドーピングした半導体多層膜反射鏡を用いても良い。図6は、本発明の第3の実施例に係る受光素子付き面発光型半導体レーザ装置の構成を示す素子断面図である。

【0033】本実施例の受光素子付き面発光型半導体レーザ装置が第2の実施例のそれと異なる点は、PINフォトダイオード24と面発光型レーザ素子とが直流に対して電氣的に略分離されていることにある。

【0034】即ち、p⁺型InPコンタクト層10上には、n型InP層18とp型InP層19とで構成されたpn接合部が設けられ、この上にPINフォトダイオード24が設けられている。また、p側電極21とp型InP層19とのオーミックコンタクトを良好にするために、p型InP層19には、例えば、Zn等のp型ドーパントからなる拡散領域20が形成されている。このよ

うに構成された受光素子付き面発光型半導体レーザ装置でも先の実施例と同様な効果が得られる。なお、本実施例の場合も、誘電体多層膜反射鏡17の代わりに、p型又はn型にドーピングした半導体多層膜反射鏡を用いても良い。図7は、本発明の第4の実施例に係る受光素子付き面発光型半導体レーザ装置の構成を示す素子断面図である。

【0035】本実施例の受光素子付き面発光型半導体レーザ装置がこれまでの実施例のそれと主として異なる点は、垂直光共振器の代わりに、水平光共振器を用いたことにある。

【0036】即ち、n型InP半導体基板2にn側電極1、n型InPクラッド層4、活性層6、13、p型InPクラッド層8、p側電極11、21を形成した後、異方性を有するエッチャントを用いてn型InP半導体基板2の途中までエッチングしてレーザ素子と受光素子とを分離すると共に、このエッチングで得られた面方位を利用して半透過型反射鏡22を形成する。この半透過型反射鏡22で反射されたレーザ光16は、共振方向と異なる方向に取り出され、半透過型反射鏡22を通過した光は受光素子に入射される。

【0037】素子分離を上述したエッチングにより行なえば、高密度な二次元集積化が可能となり、さらに、本実施例の場合、従来のストライプ型半導体レーザの技術が利用できるので製作が容易になるなどの利点がある。

【0038】なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではない。例えば、上記実施例では、面発光レーザ素子の活性層6は、pn接合を利用して埋め込まれているが、活性層6の側壁にH⁺などのイオンを打ち込むなどして電流狭窄構造にすることもできる。

【0039】また、上記実施例では、InGaAsP/InP系のレーザの場合について説明したが、本発明は、他の材料系、例えば、AlGaAs/GaAs系のレーザの場合にも適用できる。また、ダブルヘテロ構造以外のレーザの場合にも適用可能である。また、上記実施例では、受光素子としてPINフォトダイオードを用いたが、他の受光素子を用いても良い。

【0040】また、上記実施例では、レーザ光の光軸と取り出し窓の面とが垂直の場合について説明したが、レーザ光の光軸と取り出し窓の面とが多少垂直の関係からずれていても同様な効果が得られる。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施できる。

【0041】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、活性層の出射光のうち2次以上の共振モードの自然放出光が入射されない幅を有する受光素子を用いることにより、受光素子に入射される光のうち、自然放出光の成分を低減でき、レーザ光出力を正確にモニターできるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る受光素子付き面発光型半導体レーザ装置の構成を示す素子断面図。

【図2】図1の受光素子付き面発光型半導体レーザ装置の平面図。

【図3】PINフォトダイオードと活性層との位置関係を示す図。

【図4】本発明の効果を説明するための図。

【図5】本発明の第2の実施例に係る受光素子付き面発光型半導体レーザ装置の構成を示す素子断面図。

【図6】本発明の第3の実施例に係る受光素子付き面発光型半導体レーザ装置の構成を示す素子断面図。

【図7】本発明の第4の実施例に係る受光素子付き面発光型半導体レーザ装置の構成を示す素子断面図。

【図8】従来の受光素子付き面発光型半導体レーザ装置の構成を示す図。

【図9】受光素子が受光する光を説明するための図。

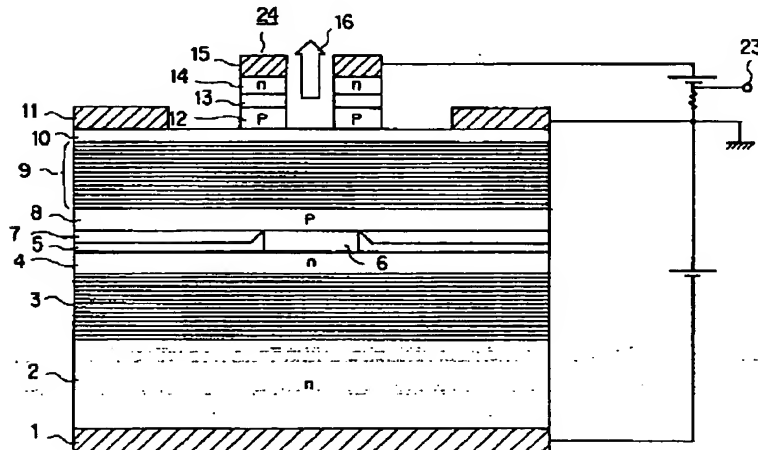
【図10】従来の受光素子付き面発光型半導体レーザ装*

* 置の問題点を説明するための図。

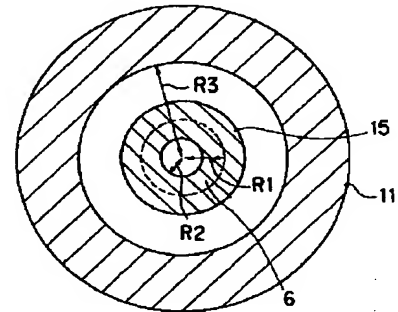
・【符号の説明】

1…n側電極、2…n型InP半導体基板、3…n型半導体多層膜反射鏡、4…n型InPクラッド層、5…p型InP電流ブロック層、6…活性層、7…n型InP電流ブロック層、8…p型InPクラッド層、9…p型半導体多層膜反射鏡、10…p'型InPコンタクト層、11…p側電極、12…p型InP層、13…GaInAsP層、14…n型InP層、15…n側電極、16…レーザ光、17…誘電体多層膜反射鏡、18…n型InP層、19…p型InP層、20…拡散領域、21…p側電極、22…半透過型反射鏡、23…出力端子、24…PINフォトダイオード、91…ステム、92…サブマウント、93…フォトダイオード、94…レーザダイオード、95…レーザ光、96…キャップ、97…リード線、98…金線。

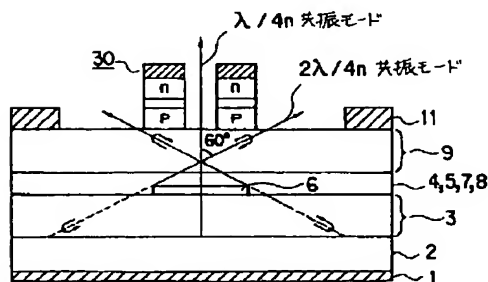
【図1】



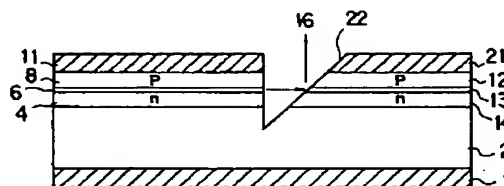
【図2】



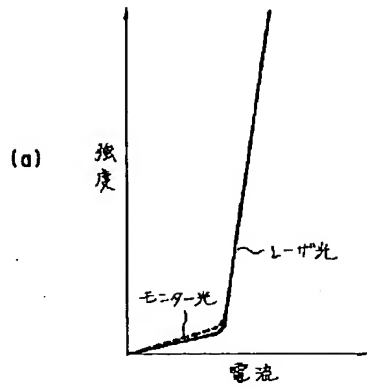
【図3】



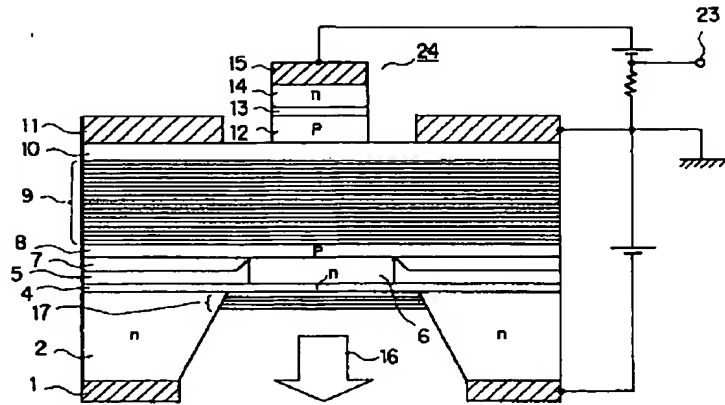
【図7】



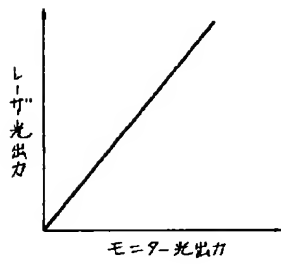
【図 4】



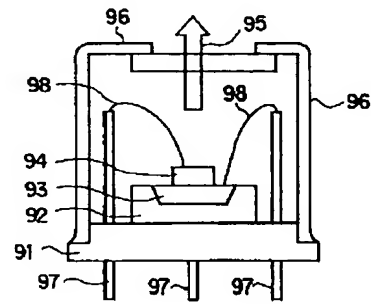
【圖 5】



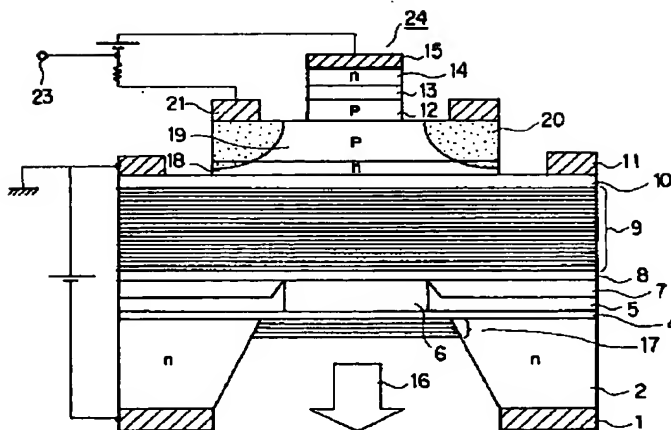
(b)



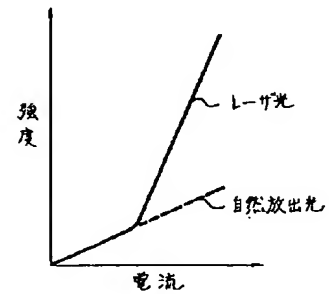
【图8】



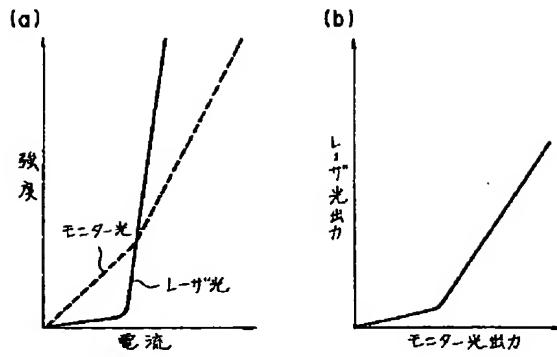
【図 6】



【圖9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 高岡 圭児
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
 式会社東芝総合研究所内